

Quelques techniques culturales et aménagements spéciaux réalisables en plantation de palmiers à huile pour limiter l'érosion et le ruissellement

La topographie est un des facteurs écologiques importants à étudier avant la mise en place d'une plantation de palmiers à huile [1]. L'accord est unanime pour considérer qu'au-delà d'une certaine pente (variant de 3 à 5 p. 100 suivant les auteurs) les difficultés rencontrées pour la mise en place et l'exploitation de la palmeraie croissent rapidement. De plus, dans ces conditions, l'utilisation du milieu n'est pas optimale :

- dégradation des sols par déstructuration de l'horizon supérieur (battance) et amplification des phénomènes d'érosion ;
- diminution du coefficient d'utilisation des eaux de pluies due aux pertes par ruissellement.

Il est cependant difficile, dans la plupart des cas de se limiter aux terrains où la topographie est idéale, si bien que certaines mesures doivent être prises pour s'intégrer aux conditions du milieu afin d'en effectuer une exploitation optimale et sauvegarder le potentiel des sols.

L'objet des présents « Conseils » est de décrire quelques techniques culturales et travaux spéciaux d'aménagement, comme :

- l'abattage et l'andainage orientés en fonction de la topographie ;
- la construction de diguettes en courbes de niveau ;
- les plantations sur terrasses individuelles.

ÉROSION. RUISSÈLEMENT

Généralement, sur les pentes moyennes à faibles, l'agent causal principal de l'érosion est l'énergie des gouttes de pluie déclenchant les processus de déstructuration des agrégats du sol. Il y a alors formation d'une pellicule de battance peu perméable, et naissance du ruissellement, lequel assure le transport des particules détachées (érosion en nappe). Lorsque la pente du terrain augmente, l'énergie du ruissellement croît. Ce dernier peut alors devenir abrasif et entraîner la formation de ravines et rigoles [2 et 3].

Plusieurs facteurs peuvent favoriser la résistance du milieu à l'agression des pluies :

- la couverture végétale,
- les pratiques culturales,
- l'érodibilité du sol (fonction des qualités intrinsèques du sol),
- la pente,
- les techniques anti-érosives.

Le couvert végétal est le facteur le plus important puisque l'érosion peut être multipliée par 1 000 lorsque le couvert disparaît. La pente peut multiplier l'érosion par 50, les caractéristiques du sol par 30 et les techniques anti-érosives la diviser par 10.

En fait, l'érosion est le produit de l'influence de ces différents facteurs et non leur somme, si bien que lorsque l'un d'entre eux s'annule, l'érosion devient effectivement très faible.

RÉTENTION DES EAUX DE PLUIES

Le taux de ruissellement (rapport entre la quantité d'eau perdue par ruissellement et la quantité d'eau précipitée) conditionne la valeur du coefficient d'utilisation des eaux de pluies. Il peut être considéré en moyenne sur l'année ou pour chaque averse élémentaire. Ce dernier paramètre est parfois important puisqu'il peut atteindre dans certains cas 60 p. 100. Les facteurs influant sur l'érosion jouent un rôle important sur le ruissellement.

RELATION AVEC LA CLIMATOLOGIE

En région tropicale, les pluies sont très agressives. D'autre part, leur répartition n'est pas toujours très favorable : l'alternance de saisons sèches plus ou moins longues et de saisons des pluies où les précipitations sont parfois très importantes, accentue les phénomènes d'érosion et les

pertes par ruissellement. Pendant les saisons sèches prolongées, la couverture végétale a tendance à disparaître. Le sol est alors exposé aux risques d'érosion lors du retour des pluies. Ce phénomène est moins marqué lorsque la plante de couverture est au départ luxuriante. Pendant la saison sèche, elle forme alors un mulch et protège le sol. En revanche lorsqu'elle a tendance à disparaître (en plantation adulte), les risques sont importants. De plus, le ruissellement étant accru, une partie non négligeable des précipitations est perdue pour le palmier à huile.

Dans tous les cas, la lutte contre le ruissellement et l'érosion ne peut être que profitable au palmier à huile. Lorsque la pente est faible (< 3-5 p. 100) l'utilisation de plantes de couverture et le dépôt des palmes coupées dans l'interligne [4] peuvent être suffisants. Lorsque l'inclinaison augmente, la conjonction des deux premiers procédés n'est plus suffisante et il est nécessaire de recourir à des aménagements spéciaux s'opposant au ruissellement.

Dans chaque situation, une étude topographique préalable est nécessaire afin de déterminer les pentes des terrains et de délimiter les zones sur lesquelles les différents aménagements seront effectués.

ABATTAGE ET ANDAINAGE ORIENTÉS

Lorsque la pente du terrain est faible, il n'est pas envisageable de réaliser des aménagements lourds et coûteux. Une technique simple et non onéreuse peut être utilisée : l'abattage et l'andainage orientés. Avant l'abattage (ancienne palmeraie ou forêt), la carte topographique permet de déterminer les directions de plus faibles pentes selon lesquelles les travaux d'abattage, d'andainage et éventuellement les travaux du sol (sous-solage) seront réalisés. Trois directions restent compatibles avec une future plantation en ligne :

- Nord-Sud,
- $\pm 60^\circ$ par rapport au Nord.

Utilisée depuis trois campagnes en conditions industrielles sur la plantation expérimentale Robert-Michaux (Dabou-Côte d'Ivoire) cette technique n'a posé aucun problème quant à sa réalisation (Fig. 1) ; les avantages sont nombreux :

— les andains ainsi disposés créent de véritables barrages au ruissellement ;

— la plante de couverture, qui se développe plus rapidement sur les andains, crée dès le départ des bandes de végétation anti-érosives, et gagne progressivement les interlignes ;

— au niveau des andains, l'enrichissement des horizons en matières organiques doit permettre une meilleure stabilité du sol et une plus grande infiltration des eaux de pluies à leurs niveaux, même après leur disparition.

Les inconvénients à cette technique sont limités aux premières années d'exploitation et peuvent être résolus en orientant l'ensemble des travaux suivant les directions tracées.

DIGUETTES EN COURBES DE NIVEAU

Sur les terrains à inclinaison plus importante, la confection de diguettes en courbes de niveau permet de limiter considérablement le ruissellement tout en conservant un dispositif de plantation en lignes. La rétention des eaux de pluie est meilleure, profitant au palmier à huile et à la plante de couverture. L'érosion s'en trouve réduite.

La confection des diguettes peut être réalisée manuellement ou mécaniquement :

- Avant plantation, il est possible de pénétrer sur les parcelles avec un engin **mécanique**. Une fois la zone concernée par l'aménagement délimitée, la première opération consiste à matérialiser sur le terrain l'emplacement des diguettes avec des piquets espacés d'une dizaine de mètres et de couleurs différentes entre elles. Pour ce faire, le niveau optique est d'une utilisation relativement simple.

L'espacement, ou plutôt le dénivelé entre les courbes, variera en fonction de la pente [5]. On utilise couramment la formule empirique de Ranser donnant le dénivelé (H) en fonction de la pente du terrain :

$$H = 0,30 (2 + p/4) \text{ (Tabl. I).}$$

L'emplacement des diguettes sera dégagé de tout obstacle sur une largeur suffisante pour permettre le passage d'engins mécaniques : les andains seront tronçonnés et dégagés.

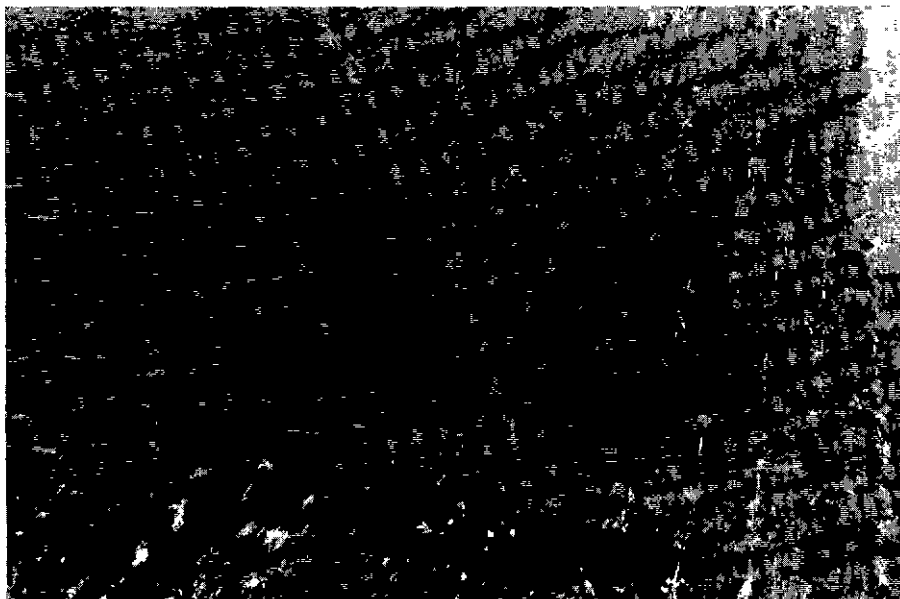


FIG 1 — Abattage et andainage orientés
(Oriented clearing and windrowing - Tumba y
apilado orientados)

TABLEAU I. — Ecartement entre diguettes, d'après la formule de Ranser.
(Spacing between bunds, as per the Ranser formula —
Distancia entre terraplenes, según la fórmula de Ranser).

Pente (Slope-Declive) p. 100	5	10	15	20
Dénivelé (Level differences between contour lines - Desnivel) m	1,00	1,40	1,75	2,10
Ecartement entre diguettes (Spacing between bunds - Distancia entre terraple- nes) m	20	14	12	11

Plusieurs outils peuvent être utilisés pour leur confection : grader après réglage de la lame, billonneuse (Fig. 2). Dans les deux cas, le profil que l'on cherche à obtenir est celui d'une diguette de forme trapézoïdale de 40 cm de hauteur encadrée de 2 fossés de 40 cm environ de profondeur (Fig. 3). Le fossé en amont permet une meilleure infiltration des eaux de ruissellement. Il sera naturellement interrompu au niveau de l'emplacement des palmiers lors de la plantation. Les écoulements d'eau y sont ainsi réduits dans le cas où une faible pente subsiste. La partie des andains tronçonnée précédemment peut être roulée dans le fossé d'aval pour consolider l'ouvrage.

Enfin, les parois et le fond du fossé en amont pourront subir une finition consistant à enlever manuellement la terre ameublie par la lame de l'outil, qui sera rejetée sur la diguette et légèrement damée.

Réalisés sur près de 80 ha sur la plantation expérimentale Robert-Michaux — il a fallu environ 25 journées de main-d'œuvre et moins de 1 heure de tracteur à l'hectare sur un terrain à pente comprise entre 5 et 10 p. 100 — ces ouvrages peuvent être associés à la technique d'abattage et d'andainage orientés.

- Sur des terrains déjà plantés, la confection de tels aménagements n'est possible que **manuellement**.

C'est souvent dans cette situation que la sensibilisation des planteurs aux techniques anti-érosives est la plus grande, ceci à la vue de parcelles dont le couvert végétal a souvent entièrement disparu, où le sol est décapé par l'érosion et où les racines apparaissent à la surface. Le processus d'érosion a atteint alors un stade avancé.

Les opérations de piquetage des courbes sont réalisées au niveau optique comme précédemment. Un seul fossé d'infiltration sera creusé à la daba (Fig. 4). La terre sera rejetée vers l'aval pour former une diguette trapézoïdale. Elle pourra ensuite être damée. L'ouvrage sera interrompu au niveau des ronds des palmiers en place (Fig. 5).

Le coût d'une telle opération est naturellement plus élevé que lors d'une confection mécanique. Suivant les conditions de sol, un manoeuvre peut façonner de 10 à 30 m de diguettes par jour. Il faudra compter environ 60 journées de main-d'œuvre/ha sur un terrain à pente moyenne de 10 p. 100.

L'inconvénient de tels ouvrages tient à la difficulté de mécanisation de l'exploitation. Leur association avec un dispositif de plantation en courbe de niveau permet de résoudre ce problème.

TERRASSES INDIVIDUELLES MANUELLES

Au-dessus d'une certaine pente plus difficile à estimer (10-15 p. 100), on peut être amené à réaliser des terrasses individuelles manuelles lorsque la disponibilité et le coût de

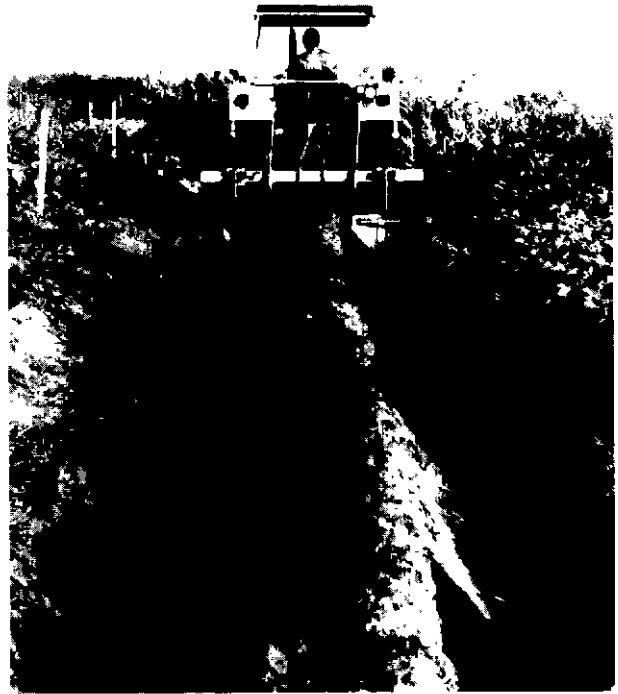


FIG. 2. — Création de diguettes avec une billonneuse (Creation of bunds with a ridger - Creación de terraplenes con alomador)

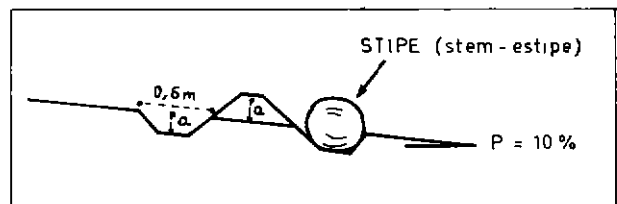
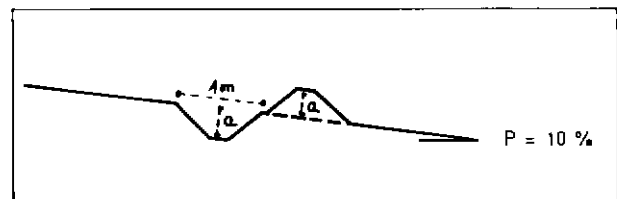


FIG. 3. — Diguette mécanique (Mechanically constructed bund - Terraplén confeccionado mecánicamente).

$a = 0,40 \text{ m}$

FIG. 4. — Diguette manuelle (Manually constructed bund - Terraplén confeccionado a mano).



la main-d'œuvre le permettent. Elles sont disposées en lignes ou, mieux, en courbes de niveau. Dans ce dernier cas, une diguette peut relier les terrasses d'une même courbe entre elles.

Les terrasses ont une forme circulaire avec un diamètre de 4 mètres, afin de faciliter l'exploitation future des palmiers. Elles sont construites avec une contre-pente de 10-15 p. 100 par rapport à la pente du terrain (Fig. 6, 7). La rétention des eaux sera ainsi améliorée [6, 7].

La paroi extérieure est damée afin d'éviter une dégradation rapide de l'ouvrage. La plante de couverture est semée le plus tôt possible. Dans certains cas, on pourra disposer

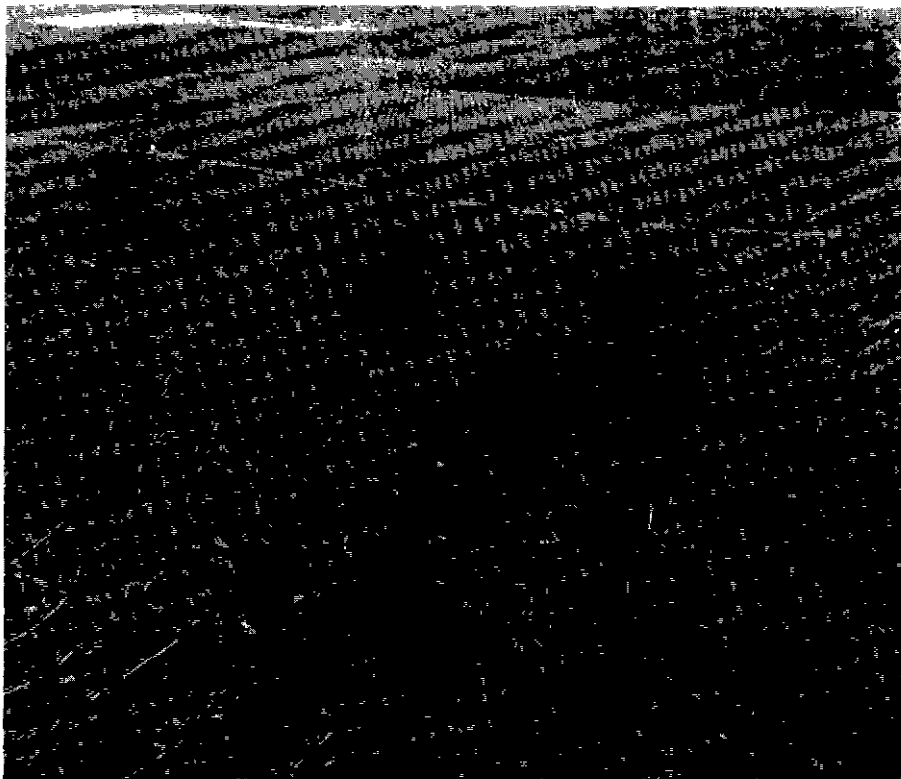
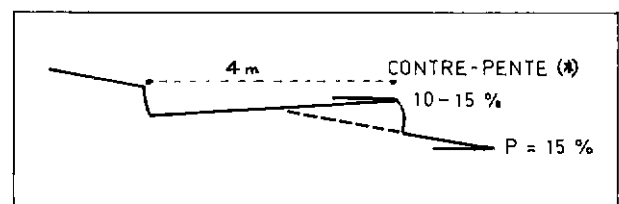


FIG. 5. — Vue aérienne de diguettes en courbes de niveau (*Aerial view of bunds along contours - Vista aérea de terraplones según las curvas de nivel*)

FIG. 6. — Terrasse individuelle manuelle (*Manually constructed individual terrace - Terraza individual confeccionada a mano*)

FIG. 7. — Terrasse individuelle manuelle (*Manually constructed individual terrace - Terraza individual confeccionada a mano*).



(*) (*Counter slope - Contrapendiente*).



des rafles sur l'ensemble de la paroi. Lorsque l'une au moins de ces dispositions est prise, il est rare d'observer une destruction de l'ouvrage même après de fortes pluies.

Le coût de ces réalisations dépend surtout de la pente du terrain et des conditions de sol. On peut estimer pour une pente de 10-15 p. 100 et de bonnes conditions d'humidité du sol un rendement maximal de 2 terrasses/jour/homme.

On trouve dans la littérature peu de renseignements concernant l'amélioration éventuelle de croissance et de production obtenue avec de tels aménagements. Généralement, les comparaisons sont difficiles à établir par manque de dispositifs expérimentaux. Dans une expérience de terrasses individuelles manuelles (DA-ES 149) mise en place en 1984, les jeunes palmiers plantés sur terrasses montrent, un an après la plantation, une croissance améliorée de 7 p. 100 par rapport aux palmiers plantés sans aménagements. Dans ce dernier cas, des traces importantes d'érosion sont observées.

Les effets doivent être attendus sur de longues périodes. Dans tous les cas, ces aménagements sont réalisés pour toute la durée de l'exploitation de la palmeraie.

CONCLUSIONS

Le recours aux façons culturales adaptées et à la construction d'ouvrages s'opposant au ruissellement est impératif dans les terrains à pente, même faible, de nombreuses régions tropicales de par l'agressivité des précipitations et l'existence de climat aux saisons contrastées. Ces ouvrages, d'un coût souvent non négligeable sont mis en place pour toute la durée de la palmeraie et permettent de s'intégrer aux conditions écologiques du milieu.

La liste des techniques décrites ici ne doit pas être considérée comme exhaustive mais faisant partie d'un ensemble de mesures pouvant et devant être prises dans de telles situations.

La mise en place de plantations en courbes de niveau, associées à ces techniques, devrait permettre de résoudre certains problèmes lors de l'exploitation future de la palmeraie (mécanisation, traitements...). Ce système fait actuellement l'objet d'une étude particulière.

J.-P. CALIMAN, P. de KOCHKO.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] OLIVIN J (1986) — Etude pour la localisation d'une plantation industrielle de palmiers à huile. 1^{re} partie (trilingue fr-angl.-esp.). Conseils de l'IRHO N° 264. *Oléagineux*, **41**, N° 3, p. 113-118.
- [2] ROOSE E. (1981). — Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, N° 130, 569 p.
- [3] HAMEL P (1986). — Evaluation des risques d'érosion en jeune plantation de palmiers à huile. Conduite en association avec des cultures vivrières à partir de l'équation de Wischmeier et Smith (bilingue fr-angl.). *Oléagineux*, **41**, N° 10, p. 419-428.
- [4] QUENCEZ P. (1986) — Utilisation des palmiers pour lutter contre l'érosion en plantation de palmiers à huile (trilingue fr-angl.-esp.). Conseils de l'IRHO N° 268 *Oléagineux*, **41**, N° 7, p. 315-320.
- [5] LATRILLE E (1979). — Cours sur l'érosion et les techniques de lutte anti-érosion *Document I R A T / C. I. R. A. D.*, Nogent/s/Seine, Fr., p. 1-58
- [6] TURNER P. D. and GILLBANKS R. A. (1974). — *Oil palm cultivation and management. The Incorporated Society of Planters*, Kuala Lumpur, Malaysia, 621 p
- [7] TAILLIEZ B (1975) — L'aménagement des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmiers à huile (trilingue fr-angl.-esp.). Conseils de l'IRHO N° 152 *Oléagineux*, **30**, N° 7, p. 299-302

A few crop techniques and special improvements on oil palm plantations to limit erosion and water runoff

Topography is one of the important ecological factors to be studied before setting up an oil palm plantation [1]. It is unanimously agreed that beyond a certain slope (3-5 p 100 depending on the author) difficulties encountered in the creation and exploitation of a plantation increase rapidly. Moreover, land use under these conditions is not optimal :

— *destructurization of the upper horizon (compaction) leading to soil degradation, amplification of erosion phenomena ;*
— *reduction of the rainwater use coefficient due to water runoff losses.*

In most cases however, it is difficult only to set up plantations in places with ideal topographical conditions. Hence, measures have to be taken to enable integration with environmental conditions and thereby ensure optimal exploitation and preserve soil potential.

This Advice Note describes a few crop techniques and special improvements :

- *clearing and windrowing according to topography,*
- *construction of bunds along contour lines,*
- *planting on individual terraces.*

EROSION AND WATER RUNOFF

On gentle to medium slopes, the main causal agent of erosion is generally the force of rainwater which triggers the destructurization of soil aggregates. A compact layer, with limited permeability, then forms on the surface, giving rise to water runoff which carries detached particles away (sheet erosion). When the slope increases, so does the force of water

runoff, which can become abrasive, leading to the formation of gullies and channels [2,3].

Several factors can limit erosion caused by rainwater :

- cover crop,
- crop techniques,
- soil erodibility (intrinsic soil qualities),
- slope,
- erosion control techniques.

The cover crop is the most important factor, as erosion can be multiplied by 1,000 if the cover crop disappears. The slope can increase erosion by 50, soil characteristics by 30 and erosion control techniques can divide it by 10.

In effect, erosion is the product of the influence of these different factors and not their sum total. Hence, when one of these factors no longer poses a threat, erosion decreases drastically.

RAINWATER RETENTION

The rate of water runoff (ratio of the quantity of water lost through runoff to the total quantity of rain fallen) determines the rainwater use coefficient value. It can be calculated as a mean over the entire year, or for each individual rainfall. The latter parameter is sometimes considerable, as it can reach, in certain cases, 60 p. 100 of the total. Factors governing erosion play an important role in water runoff.

RELATION WITH CLIMATE

In tropical regions, rainfall is very heavy. Moreover, its distribution is not always favourable : the alternation of more or less prolonged dry seasons and rainy seasons during which rainfall is quite considerable exacerbates erosion and water runoff losses. During prolonged dry seasons, the cover crop tends to disappear. The soil is therefore exposed to erosion risks once the rain returns. This phenomenon is less pronounced when a luxuriant cover crop is planted. During the dry season, it turns into mulch and protects the soil. On the other hand, when it has tendency to disappear (adult plantations) erosion risks increase considerably. In addition, runoff increases and a fairly significant amount of rainwater, normally used by the oil palm, is lost.

Whatever the case, the measures taken against runoff and erosion are always beneficial to the oil palm. When the slope is gentle (< 3-5 p. 100), cover crops and the placing of cut fronds in the interrow [4] can suffice. When the slope increases, these two measures are no longer sufficient and special improvements are required to check water runoff.

In each situation, a topographical study should be carried out beforehand to determine slopes and define zones in which different improvements should be made.

CLEARING AND WINDROWING ACCORDING TO TOPOGRAPHY

When the slope is gentle, it is not necessary to carry out costly and time consuming improvements. A simple and inexpensive technique can be used : clearing and windrowing according to topography. Before clearing (old plantation or forest) the topographical map should be consulted to determine the directions of the gentlest slopes, along which clearing, windrowing and any soil improvement work (sub-soiling) should be carried out. Three directions are compatible with a future plantation in rows :

- North-South,
- $\pm 60^\circ$ with respect to North.

This technique, which was used for three campaigns under commercial conditions on the Robert-Michaux Experimental Plantation, (Dabou, Côte d'Ivoire) was easy to carry out (Fig. 1) and offers many advantages :

- windrows laid out in this way create veritable water runoff dams,
- the cover crop, which develops more rapidly on windrows, creates, from the beginning, anti-erosion plant belts and gradually takes over in the interrows,
- in the windrows, horizons enriched in organic matter lead to better soil stability and rainwater infiltration, even after they have disappeared.

Inconveniences arising from this technique are limited to the first years of exploitation and can be overcome by orienting any improvement works along the compass layout chosen.

BUNDS ALONG CONTOUR LINES

On steeper slopes, the construction of bunds along contour lines makes it possible both to considerably limit water runoff and keep to a plantation laid out in rows. Rainwater retention is better, which benefits the oil palm and the cover crop. Erosion is reduced.

Bunds can be constructed either manually or mechanically :

- Before planting, it is possible to use machines on the plots. Once the zone to be improved has been determined, the first operation consists in marking out where the bunds are to be placed, using different coloured stakes spaced 10 or so metres apart. This can be done simply, using a surveyor's level.

Spacing, or rather the difference between contour lines, varies according to slope [5]. The Ranser empirical formula is generally used to determine this level difference (H) according to slope :

$$H = 0.30 (2 + p/4) \text{ (Table I).}$$

The site chosen for the bunds should be cleared of all obstacles ; this area should be wide enough to take machines ; the windrows should be broken up and removed.

Several tools can be used to make bunds : grader after blade adjustment, ridging plough (Fig. 2). In both cases, the required bund profile is trapezoidal, 40 cm high, with a ditch on either side about 40 cm deep (Fig. 3). The upper ditch allows better infiltration of runoff water. Once the palms are planted, this ditch will of course be interrupted in places by trees. If a gentle slope still exists, an alternate palm tree — ditch set-up reduces water runoff even further. The dispersed material making up the windrows can be placed in the lower ditch to consolidate the bund.

Finally, the sides and bottom of the upper ditch could undergo finishing touches by manually removing the soil loosened by the grader blade. This soil is thrown onto the bund and tamped down slightly.

Bund construction carried out on almost 80 ha at the Robert-Michaux Experimental Plantation required 25 days' labour and less than 1 hr tractor time per ha on slopes with 5-10 p. 100 gradient. It takes about the same time using the land clearance and oriented windrow technique.

- On surface areas already planted, these improvements can only be carried out manually.

It is often under these conditions that planters can most be made aware of anti-erosion techniques, given that the cover crop has often completely disappeared, the soil stripped away by erosion and the roots are visible on the surface. In this situation, the erosion process has reached an advanced stage.

The staking out of contour lines is done using a surveyor's level, as described above. A single infiltration ditch should be dug with a hoe (daba) (Fig. 4). The soil should be thrown down-slope to make the trapezoid bund. It can then be tamped down. The ditch/bund construction is discontinuous, interrupted by each palm tree circle.

Manual operations obviously cost more than mechanical ones. Depending on soil conditions, a worker can construct 10-30 m of bund per day. About 60 days' labour are required per ha on slopes whose mean gradient is 10 p. 100.

The problem with these ditch/bund constructions is that mechanical exploitation is difficult. Using them in conjunction with a plantation lay-out along contour lines solves this problem.

MANUALLY CONSTRUCTED INDIVIDUAL TERRACES

Beyond a certain gradient (10-15 p. 100), which is more difficult to estimate, individual terraces can be constructed manually when labour availability and costs allow it. They are constructed along rows, or better, along contour lines. In the latter case, a bund can link up terraces on the same contour line.

Terraces are circular, with a diameter of 4 m, so as to simplify the future exploitation of oil palms. They are constructed with a 10-15 p. 100 counter-slope compared to the slope of the land (Fig. 6, 7), to improve water retention [6, 7].

The outer wall is tamped down to prevent rapid degradation. The cover crop is sown as early as possible. In certain cases, bunch stalks can be placed along the entire wall. When at least one of these proposals is followed, terraces rarely fall apart, even after heavy rain.

The cost of these operations particularly depends on the gradient of the slope and soil conditions. For a gradient of 10-15 p. 100, and under good soil humidity conditions, maximum output can be estimated at 2 terraces/day/man.

In available literature, little information is given about possible growth and production improvements resulting from such constructions. Generally, comparisons are difficult to make because of a lack of experimental layout designs. In an experiment involving manually constructed individual terraces (DA-ES 149) set up in 1984, young oil palms planted on them show, 1 year after planting, a 7 p. 100 improvement in growth compared to oil palms planted on slopes without terraces. In the latter case, considerable erosion was observed.

Improvement effects have to be considered on a long term basis as the improvements themselves are designed to last for the plantation's entire exploitable life.

CONCLUSION

Adapted crop techniques and special constructions to check water runoff are essential on slopes, even gentle ones, in numerous tropical regions, due to violent and heavy rainfall and the existence of very distinct seasons. These constructions, for which the cost is often quite considerable, are designed to last throughout the plantation's lifetime and enable integration into the ecological conditions of the environment.

The list of techniques described here is not exhaustive but part of a set of measures which can and should be taken in such situations.

The use of these techniques and the creation of plantations along contour lines should make it possible to solve certain problems which can arise under future exploitation conditions (mechanization, treatments...). This combined system is currently being studied.

J. P. CALIMAN, P. de KOCHKO

Algunas prácticas de manejo y adecuaciones especiales que pueden realizarse en las plantaciones de palma africana para limitar la erosión y el escurrimiento

La topografía constituye uno de los importantes factores ecológicos que hay que estudiar antes de implantar una plantación de palma africana [1]. Hay unanimidad entre los especialistas en considerar que a partir de un cierto valor del declive (que varía de un 3 a un 5 % según los autores) las dificultades ocasionadas por la implantación y operación del palmeral se incrementan rápidamente, y que además en tales condiciones la utilización del medio no es óptima: ocurriendo los siguientes fenómenos:

- degradación de los suelos por destrucción del horizonte superior (este fenómeno se llama en francés « battance »), y amplificación de los fenómenos de erosión;

- disminución del coeficiente de utilización de aguas lluvias, debido a las pérdidas por escurrimiento.

Ahora bien, resulta difícil en la mayoría de los casos limitarse a los terrenos de topografía ideal, de manera que se debe tomar algunas medidas para adaptarse a las condiciones del medio ambiente de modo a aprovecharlo en las mejores condiciones, salvaguardando el potencial de los suelos.

En los presentes « Consejos » se describen algunas prácticas de cultivo y labores especiales de adecuación, como son:

- la tumba y el apilado orientados en función de la topografía;
- la construcción de terraplenes siguiendo las curvas de nivel;
- la siembra en terrazas individuales.

EROSIÓN. ESCURRIMIENTO

En los declives medianos a reducidos, el agente causal principal de la erosión es la energía de las gotas de lluvias que inicia los procesos de destrucción de los agregados del suelo, formándose entonces una película superficial poco permeable e iniciándose el escurrimiento, que transporta las partículas sueltas (erosión en surcos). Conforme aumenta el declive del terreno la energía del escurrimiento se incrementa, pudiendo éste llegar a ser abrasivo y ocasionando la formación de cárcavas y surcos [2, 3].

Varios factores pueden favorecer la resistencia del medio ambiente a la agresión de las lluvias: se trata de

- la cobertura vegetal;
- las prácticas de cultivo;
- las posibilidades que tiene el suelo de erosionarse (que dependen de las cualidades intrínsecas del suelo);
- el declive;
- las técnicas de limitación de la erosión.

El factor más importante lo constituye la cobertura vegetal, al poderse multiplicar por 1 000 la erosión cuando la cobertura desaparece, o por 50 con el declive, o por 30 según las características del suelo, o dividiéndose por 10 con el empleo de las técnicas de control de la erosión.

La erosión no es la suma de la influencia de estos varios factores sino su producto, así que al anularse uno de ellos la erosión viene a ser muy leve de hecho.

RETENCIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS

El índice de escurrimiento (o sea la relación entre la cantidad de agua perdida por escurrimiento y la cantidad de agua que cayó por precipitación) es condición del valor del coeficiente de utilización de aguas lluvias. Puede considerarse un promedio a través del año o por cada aguacero elemental, siendo importante a veces este último parámetro, al poder alcanzar en ciertos casos un 60 p. 100. Los factores que influyen en la erosión desempeñan un papel importante en el escurrimiento.

RELACIÓN CON LA CLIMATOLOGÍA

En las regiones tropicales las lluvias son muy agresivas, y por otro lado su distribución no siempre es muy adecuada, puesto que la alternancia de períodos secos de duración variable y de períodos lluviosos con precipitaciones a veces muy importantes, acentúa los fenómenos de erosión y las pérdidas por escurrimiento. En los períodos secos prolongados la cobertura vegetal tiende a desaparecer, quedando expuesto el suelo a los riesgos de erosión en el momento de volver las lluvias, siendo menos acentuado este fenómeno cuando la planta de cobertura es luxuriante en un principio, por formar una capa de protección del suelo durante la estación seca; en cambio cuando tiende a desaparecer en las plantaciones adultas, los riesgos de erosión se agravan; además, incrementándose el escurrimiento, una parte cuantiosa de las precipitaciones resulta perdida para la palma africana.

En todo caso, el control del escurrimiento y de la erosión no puede sino traer beneficios para la palma africana. En los declives reducidos (< 3-5 p. 100), el empleo de plantas de coberturas y el depósito en la entrelinea de hojas de palma cortadas pueden ser suficientes [4]. Al aumentar el declive, ya no es suficiente combinar estos dos procedimientos, siendo necesario realizar adecuaciones especiales que se oponen al escurrimiento.

En cada situación se requiere un estudio topográfico previo a fin de evaluar los declives de terrenos y de delimitar las áreas en las que se harán las diversas adecuaciones.

TUMBA Y APILADO ORIENTADOS

En los terrenos con poco declive no merece la pena pensar en realizar adecuaciones largas y costosas. Se puede emplear una técnica sencilla y barata, que sería la tumba y el apilado orientados. En el caso de un palmeral antiguo o de una plantación a implantarse en una área cubierta con bosque, el mapa topográfico permite establecer las direcciones de los declives más reducidos que se seguirán en las labores de tumba, apilado y dándose el caso en las labores del suelo (subsolación). Tres direcciones siguen compatibles con una futura plantación en línea :

- Norte-Sur,
- $\pm 60^\circ$ con relación al Norte.

Desde las últimas tres campañas esta técnica viene empleándose en condiciones industriales en la plantación experimental Robert-Michaux en Dabou (Côte d'Ivoire), sin que su realización haya planteado problemas (Fig. 1), y en cambio ofrece muchas ventajas :

- los apiles dispuestos de este modo constituyen verdaderas barreras antierosión ;
 - la planta de cobertura, que crece más rápidamente en los apiles, forman desde el principio fajas de vegetación que impiden la erosión, extendiéndose poco a poco hacia las entrelíneas ;
 - por lo que apiles se refiere, el aporte de materias orgánicas en los horizontes debe favorecer la estabilidad del suelo y aumentar la infiltración de aguas lluvias en las partes en que se ubican, hasta después de que tales materias orgánicas hayan desaparecido.
- Los inconvenientes de esta técnica sólo aparecen en los primeros años de explotación, y pueden resolverse al orientarse el conjunto de las labores de acuerdo a las direcciones establecidas.

TERRAPLENES SEGÚN LAS CURVAS DE NIVEL

En los terrenos con declive más importante, la confección de terraplenes según las curvas de nivel permite limitar notablemente el escurrimiento, conservando al mismo tiempo un dispositivo de siembra en líneas. Eso provoca una retención más adecuada de aguas lluvias que resulta en beneficio de la palma africana y de la planta de cobertura, disminuyendo la erosión.

Los terraplenes pueden realizarse a mano o mecánicamente :

- Antes de la siembra se puede penetrar en las parcelas con un vehículo **mecánico**. Después de delimitada el área de adecuación, la primera operación consiste en marcar en el campo la ubicación de terraplenes colocando estacas de diversos colores a unos diez metros unas de otras. Para eso el nivel óptico es relativamente sencillo de utilizar.

La distancia, o más bien el desnivel entre las curvas, dependerá del declive [5]. El desnivel (H) en función del declive del terreno se obtendrá por la aplicación de la fórmula empírica de Ranser :

$$H = 0,30 (2 + p/4) \text{ (Cuadro I).}$$

El área prevista para establecer los terraplenes quedará libre de obstáculos en una anchura suficiente para el paso de vehículos mecánicos : a tal efecto los apiles serán troncos y despejados.

Varios instrumentos pueden emplearse en la confección de terraplenes, como terracedora después de regularse la hoja, alomador (Fig. 2) ; el perfil que se busca en ambos casos es el de un terraplén de forma trapezoidal de 40 cm de alto, rodeado por 2 cunetas de unos 40 cm de profundidad (Fig. 3). La cuneta de arriba facilitará la infiltración de las aguas de escurrimiento, interrumpiéndose a nivel de la ubicación de las palmas en el momento de realizar la siembra. Los escurrimientos de agua resultarán así reducidos en el caso de que se mantenga un declive escaso. La parte de apiles que antes se tronzó podrá rodarse en la cuneta de arriba, para consolidar la obra.

Por último se podrá perfeccionar el acabado de las paredes y del fondo de la cuneta de arriba, quitándose a mano la tierra mulda por la hoja del instrumento, echando la tierra en el terraplén y apisonándola levemente.

Estas obras se realizaron en casi 80 ha en la plantación experimental Robert-Michaux, y necesitaron unas 25 jornadas de mano de obra y menos de una hora de tractor por hectárea en un terreno con declive comprendido entre un 5 y un 10 p. 100, y pueden asociarse con la técnica de tumba y apilado orientados.

- En los terrenos sembrados ya, semejantes acondicionamientos sólo pueden efectuarse **a mano**.

Esta es la situación en que mejor se puede sensibilizar a los palmeros a las técnicas de control de la erosión, al observarse parcelas ya casi totalmente desprovistas de cobertura vegetal con suelo decapado por la erosión, con raíces visibles en la superficie del suelo, encontrándose en estado avanzado el proceso de erosión.

Las operaciones de estacada de las curvas se realizan con nivel óptico, como en el caso anterior. Una sola cuneta de infiltración será confeccionada con azadón (Fig. 4). La tierra se echará hacia abajo para formar un terraplén trapezoidal, pudiendo luego apisonarse. La obra quedará interrumpida al nivel de los círculos de las palmas establecidas (Fig. 5).

El costo de semejante operación es más elevado, claro está, que en el caso de confeccionarse a mano los terraplenes. Según las condiciones del suelo, un peón puede confeccionar de 10 a 30 m de terraplenes al día, y habrá que considerar unos 60 jornales de mano de obra/ha en un terreno con un 10 p. 100 de declive promedio.

El inconveniente que resulta de semejantes obras resulta de la dificultad para mecanizar la operación, lo cual puede resolverse asociándose estas obras con un dispositivo de siembra en curvas de nivel.

TERRAZAS INDIVIDUALES CONFECCIONADAS A MANO

Cuando los declives superen un cierto valor difícil de evaluar (un 10 a un 15 p. 100), será posible realizar a mano terrazas individuales, si lo permiten la disponibilidad y el costo de la mano de obra, disponiéndose las mismas en líneas o según las curvas de nivel, y dentro de este último caso se podrá comunicar entre sí las terrazas de una misma curva por medio de un terraplén.

Las terrazas son de forma circular, con diámetro de 4 metros, para mayor facilidad de la operación posterior del palmar, y con una contrapendiente de un 10 a un 15 p. 100 relativamente al declive del terreno (Fig. 6, 7), a fin de mejorar la retención de aguas [6, 7].

La pared exterior se apisona, de modo a prevenir un deterioro rápido de la obra ; la planta de cobertura se siembra cuanto antes ; en ciertos casos se podrá disponer tusas en toda la pared ; la aplicación de una de estas medidas por lo menos permite evitar que la obra quede destruida, hasta después de unas fuertes lluvias.

El costo de estas realizaciones depende principalmente del declive del terreno y de las condiciones de suelo. En el caso de un declive de un 10 a un 15 p. 100 y dentro de condiciones favorables de humedad del suelo, conviene considerarse un rendimiento máximo de 2 terrazas/hombre/día.

La literatura contiene pocas informaciones sobre la posible mejora de crecimiento y producción que resultará de semejantes adecuaciones, y la falta de dispositivos experimentales dificulta las comparaciones. En un experimento de terrazas individuales confeccionadas a mano (DA-ES 149) establecido en 1984, las palmas jóvenes sembradas en terrazas muestran una mejora del crecimiento de un 7 p. 100 en relación a las palmas plantadas sin adecuaciones en un plazo de un año después de la siembra, observándose en el último caso señales acentuadas de erosión.

Ahora bien, estas medidas hacen sentir sus efectos a través de unos largos períodos, y en todo caso se realizan para toda la vida útil del palmar.

CONCLUSIONES

El uso de prácticas culturales adecuadas y la construcción de obras de protección contra el escurrimiento se impone con carácter imprescindible en los terrenos con declive, aunque sea escaso, en muchas comarcas tropicales, debido a las precipitaciones agresivas y a los climas con estaciones de características contrastantes. El costo de estas obras es cuantioso muchas veces, y se establecen por todo el término de duración de los palmerales ; además permiten adaptarse a las condiciones ecológicas del medio ambiente.

La lista de técnicas que acaban de describirse no es limitativa sino que pertenece a un conjunto de medidas que pueden y deben tomarse en semejantes situaciones.

Estas técnicas podrían asociarse con las plantaciones establecidas en curvas de nivel, lo cual debería ayudar a resolver ciertos problemas en la explotación futura del palmeral (desde el punto de vista de la mecanización, de tratamientos,...) ; este sistema es objeto de un estudio particular.